



(43) 国際公開日
2004 年 1 月 15 日 (15.01.2004)

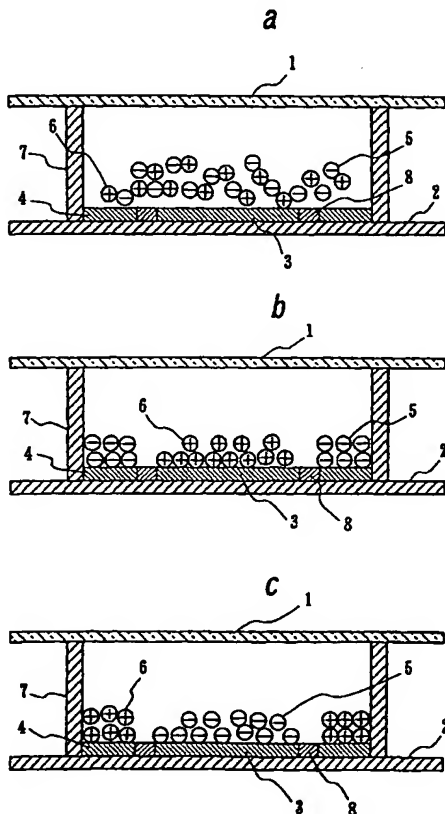
PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/006006 A1

- (51) 国際特許分類⁷: G02F 1/17, 1/167, G09F 9/00, 9/37 [JP/JP]; 〒104-8340 東京都中央区京橋1丁目10番1号 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/008647
- (22) 国際出願日: 2003 年 7 月 8 日 (08.07.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2002-199571 2002 年 7 月 9 日 (09.07.2002) JP
特願2002-199575 2002 年 7 月 9 日 (09.07.2002) JP
特願2002-201139 2002 年 7 月 10 日 (10.07.2002) JP
特願2002-205355 2002 年 7 月 15 日 (15.07.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社ブリヂストン (BRIDGESTONE CORPORATION)
- (72) 発明者 (日本, 米国についてのみ): 服部 励治 (HATTORI, Reiji) [JP/JP]; 〒819-0002 福岡県福岡市西区姪浜町 200-1 Fukuoka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 田沼 逸夫 (TANUMA, Itsuo) [JP/JP]; 〒350-1335 埼玉県狭山市柏原 3405-181 Saitama (JP). 増田 善友 (MASUDA, Yoshitomo) [JP/JP]; 〒205-0023 東京都羽村市神明台 3-5-28 Tokyo (JP). 二瓶 則夫 (NIHEI, Norio) [JP/JP]; 〒187-0031 東京都小平市小川東町 3-5-5 Tokyo (JP). 櫻井 良 (SAKURA, Ryou) [JP/JP]; 〒185-0003 東京都国分寺市戸倉 4-5-16 Tokyo (JP). 田村 一 (TAMURA, Hajime) [JP/JP]; 〒185-0003 東京都国分寺市戸倉 4-5-16 Tokyo (JP).
- [続葉有]

(54) Title: IMAGE DISPLAY DEVICE

(54) 発明の名称: 画像表示装置



(57) Abstract: An image display device includes two or more kinds of particle groups or granular materials having different colors and charging characteristics sealed between two opposing substrates, at least one of which is transparent. An electrode pair consisting of electrodes arranged at one or both of the substrates applies electric field to the particle groups or the granular materials so as to move the particles or the granular materials to display an image on an image display plate of the image display device. A chip for transmitting a drive signal to the image display plate is arranged in the substrate (first invention) or the two substrates are both transparent and the electrode pair is composed of transparent electrodes (second invention).

(57) 要約: 少なくとも一方が透明な対向する2枚の基板の間に色および帯電特性の異なる2種類以上の粒子群あるいは粉流体を封入し、前記基板の一方または双方に設けた電極からなる電極対から前記粒子群あるいは粉流体に電界を与えて、前記粒子あるいは粉流体を移動させて画像を表示する画像表示板を具備する画像表示装置であって、画像表示板に駆動信号を送るためのチップを基板内に設ける(第1発明)、あるいは、前記2枚の基板を透明基板から構成するとともに、前記電極対を透明電極から構成する(第2発明)。

BEST AVAILABLE COPY

WO 2004/006006 A1



[JP/JP]; 〒214-0014 神奈川県 川崎市 多摩区 登戸
1 6 6 4 - 4 1 2 Kanagawa (JP). 山崎 博貴 (YA-
MAZAKI, Hiroataka) [JP/JP]; 〒186-0005 東京都 国立
市 西 2-8-3 6 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 杉村 興作 (SUGIMURA, Kosaku); 〒100-0013
東京都 千代田区 霞が関 3 丁目 2 番 4 号 霞山ビルディ
ング Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB,
BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS,
LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI,
NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,

SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ,
SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許
(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,
GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),
OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される
各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

基板の双方に設けた電極からなる電極対から前記粒子群に電界を与えて、前記粒子を飛翔移動させて画像を表示する画像表示板を具備する画像表示装置であって、前記対向する2枚の基板を透明基板から構成するとともに、前記電極対を透明電極から構成することを特徴とするものである。

また、本発明の第2発明の第2実施例に係る画像表示装置は、透明な対向する2枚の基板間に、気体中に固体状物質が分散質として安定に浮遊するエアロゾル状態で高流動性を示す粉流体を封入し、前記基板の双方に設けた電極からなる電極対から前記粉流体に電界を与えて、クーロン力などにより粉流体を移動させて画像を表示する画像表示板を具備する画像表示装置であって、前記対向する2枚の基板を透明基板から構成するとともに、前記電極対を透明電極から構成することを特徴とするものである。

本発明の第2発明の第1実施例及び第2実施例に係る発明では、画像表示板のすべての基板及び電極を透明基板及び透明電極から構成することで、表面のみならず裏面にも画像を表示することができる。これにより、超薄型の画面表示板が実現し、またそれぞれの面に異なる機能（例えば片側モノクロ、片側カラーなど）を付与することも可能となり、画像表示装置の高機能化を実現することができる。

本発明の第2発明の第1実施例及び第2実施例に係る画像表示装置において、表面と裏面に異なる機能を付与する場合の好適な構成としては、粒子群あるいは粉流体の色を白色及び黒色とし、画像表示板の両面にモノクロ表示を行うこと、粒子群あるいは粉流体の色を白色及び黒色とし、一方の基板上にカラーフィルタを配置することで、画像表示板の一方の面にモノクロ表示を行うとともに他方のカラーフィルタを配置した面にカラー表示を行うこと、および、画像の1画素を構成する3つの画像表示素子の粒子群あるいは粉流体の色を、それぞれ、黒色と赤色、黒色と緑色、黒色と青色とし、画像表示板の両面にカラー表示を行うことがある。

なお、本発明の第2発明の第1実施例に係る画像表示装置における粒子群としては、粒子の平均粒子径が $0.1 \sim 50 \mu\text{m}$ であることが好ましい。また、粒子の帯電量について、キャリアを用いてブローオフ法により測定した粒子の表面電荷密度が、絶対値で $5 \sim 150 \mu\text{C}/\text{m}^2$ であることが好ましい。さらに、粒子が、その表面と 1mm の間隔をもって配置されたコロナ放電器に、 8KV の電圧を印加してコロナ放電を発生させて表面を帯電させた場合に、 0.3 秒後における表面電位の最大値が 300V より大きい粒子であることが好ましい。

また、本発明の第2発明の第2実施例に係る画像表示装置における粉流体としては、粉流体の最大浮遊時の見かけ体積が未浮遊時の2倍以上であることが好ましい。また、粉流体の見かけ体積の時間変化が、 $V_{10}/V_5 > 0.8$ であることが好ましい（なお、 V_5 は最大浮遊時から5分後の粉流体の見かけ体積（ cm^3 ）、 V_{10} は最大浮遊時から10分後の粉流体の見かけ体積（ cm^3 ）を示す）。さらに、粉流体の平均粒子径 $d(0.5)$ が $0.1 \sim 20 \mu\text{m}$ であることが好ましい。

本発明の第1発明及び第2発明のそれぞれ第2実施例における「粉流体」は、気体の力も液体の力も借りずに、自ら流動性を示す、流体と粒子の特性を兼ね備えた両者の中間状態の物質である。例えば、液晶は液体と固体の中間的な相と定義され、液体の特徴である流動性と固体の特徴である異方性（光学的性質）を有するものである（平凡社：大百科事典）。一方、粒子の定義は、無視できるほどの大きさであっても有限の質量をもった物体であり、重力の影響を受けるとされている（丸善：物理学事典）。ここで、粒子でも、気固流動層体、液固流動体という特殊状態があり、粒子に底板から気体を流すと、粒子には気体の速度に対応して上向きの力が作用し、この力が重力とつりあう際に、流体のように容易に移動できる状態になるものを気固流動層体と呼び、同じく、液体により流動化させた状態を液固流動体と呼ぶとされている（平凡社：大百科事典）。このように気固流動層体や液固流動体は、気体や液体の流れを利用した状態である。本発明で

明 細 書

画像表示装置

技術分野

本発明は、クーロン力などを利用した粒子群あるいは粉流体の移動に伴い、画像を繰り返し表示、消去できる画像表示板を具備する画像表示装置に関し、特に、小型化、狭額縁化を実現した画像表示板を具備する画像表示装置（第1発明）、および、両面での表示が可能であり、薄型の画像表示板を具備する画像表示装置（第2発明）に関するものである。

背景技術

従来より、液晶（LCD）に代わる画像表示装置として、電気泳動方式、エレクトロクロミック方式、サーマル方式、2色粒子回転方式などの技術を用いた画像表示装置が提案されている。

これら従来の技術は、LCDに比べて、通常の印刷物に近い広い視野角が得られる、消費電力が小さい、メモリ機能を有している等のメリットから、次世代の安価な画像表示装置に使用できる技術として考えられ、携帯端末用画像表示、電子ペーパー等への展開が期待されている。特に最近では、分散粒子と着色溶液からなる分散液をマイクロカプセル化し、これを対向する基板間に配置する電気泳動方式が提案され期待が寄せられている。

しかしながら、電気泳動方式では、液中を粒子が泳動するために液の粘性抵抗により応答速度が遅いという問題がある。更に、低比重の溶液中に酸化チタン等の高比重の粒子を分散させているために沈降しやすく、分散状態の安定性維持が難しく、画像繰り返し安定性に欠けるという問題を抱えている。マイクロカプセル化にしても、セルサイズをマイクロカプセルレベルにし、見かけ上、上述した欠点が現れにくくしているだけであって、本質的な問題は何ら解決されていない

。

一方、溶液中での挙動を利用した電気泳動方式に対し、溶液を使わず、導電性粒子と電荷輸送層を基板の一部に組み入れた方式も提案され始めている（例えば、趙 国来、外3名、“新しいトナーディスプレイデバイス（I）”、1999年7月21日、日本画像学会年次大会（通算83回）“Japan Hardcopy'99”、p.249-252）。しかし、電荷輸送層、更には電荷発生層を配置するために構造が複雑になると共に、導電性粒子に電荷を一定に注入することは難しく、安定性に欠けるという問題もある。

上述した種々の問題を解決するための一方法として、少なくとも一方が透明な2枚の基板の間に色および帯電特性の異なる2種類以上の粒子群を封入し、基板に設けた電極からなる電極対から粒子群に電界を与えて、クーロン力により粒子を飛翔移動させて画像を表示する画像表示板を具備する画像表示装置、あるいは、少なくとも一方が透明な対向する基板間に、気体中に固体状物質が分散質として安定に浮遊するエアロゾル状態で高流動性を示す粉流体を封入し、前記基板の一方または双方に設けた電極からなる電極対から前記粒子に電界を与えて、クーロン力などにより粉流体を移動させて画像を表示する画像表示板を具備する画像表示装置、が知られている。

これらの画像表示装置では、基板に設けた電極からなる電極対に電界を発生させるために、電極対に駆動信号を送る必要がある。そのため、駆動信号を送るためのチップを基板近傍に設ける必要がある。すなわち、図11にその一例を示すように、複数の表示電極51を設けた透明基板52の端部にチップ（図示せず）を搭載するためのTCP (Tape Carrier Package) 53を設けるとともに、表示電極51とは直交する複数の対向電極54を設けた対向基板55の端部にTCP 56を設け、TCP 53、56に設けたチップにより駆動信号の制御を行っている。

。

そのため、この画像表示装置では、図11に示すように表示電極51と対向電

極 5 4 とが対向するように透明基板 5 2 と対向基板 5 5 とを重ね合わせて画像表示板を構成する際、画像の表示には寄与しない TCP 5 3、5 6 の部分だけ額縁部分をとらなければならない、近年この様な画像表示装置に要望の高い小型化、狭額縁化を達成できない問題があった（第 1 発明の課題）。

また、これらの画像表示装置では、乾式で応答性能が速く、単純な構造で安価かつ、安定性に優れた画像表示を行うことができるが、構造上裏面に画像表示をすることができなかった。そのため、近年画像表示装置を高機能化する点で要望の高い、画像表示板の両面に画像表示ができる画像表示装置を得ることができない問題があった（第 2 発明の課題）。

発明の開示

本発明の第 1 発明の目的は上述した課題を解消して、乾式で応答性能が速く、単純な構造で安価かつ、安定性に優れた画像表示装置において、さらに画像表示板の小型化、狭額縁化を達成することができる画像表示装置を提供しようとするものである。

また、本発明の第 2 発明の目的は上述した課題を解消して、乾式で応答性能が速く、単純な構造で安価かつ、安定性に優れた画像表示装置において、両面において画像表示ができる画像表示板を備える画像表示装置を提供しようとするものである。

本発明の第 1 発明の第 1 実施例に係る画像表示装置は、少なくとも一方が透明な 2 枚の基板の間に色および帯電特性の異なる 2 種類以上の粒子群を封入し、前記基板の一方または双方に設けた電極からなる電極対から前記粒子群に電界を与えて、前記粒子を飛翔移動させて画像を表示する画像表示板を具備する画像表示装置であって、画像表示板に駆動信号を送るためのチップを基板内に設けることを特徴とするものである。

また、本発明の第 1 発明の第 2 実施例に係る画像表示装置は、少なくとも一方が透明な対向する基板間に、気体中に固体状物質が分散質として安定に浮遊する

エアロゾル状態で高流動性を示す粉流体を封入し、前記基板の一方または双方に設けた電極からなる電極対から前記粉流体に電界を与えて、クーロン力などにより粉流体を移動させて画像を表示する画像表示板を具備する画像表示装置であって、画像表示用の駆動信号を送るためのチップを基板内に設けることを特徴とするものである。

本発明の第1発明の第1実施例及び第2実施例に係る発明では、画像表示板がバックライトを利用しない構造のため、基板内に画像表示板に駆動信号を送るためのチップを設けることができる。そのため、従来の画像表示板の画像表示部分からはみ出して設ける必要のあったTCPをなくすことができ、画像表示板の小型化、狭額縁化を達成することができる。

なお、本発明の第1発明の第1実施例に係る画像表示装置における粒子群としては、粒子の平均粒子径が $0.1 \sim 50 \mu\text{m}$ であることが好ましい。また、粒子の帯電量について、キャリアを用いてブローオフ法により測定した粒子の表面電荷密度が、絶対値で $5 \sim 150 \mu\text{C}/\text{m}^2$ であることが好ましい。さらに、粒子が、その表面と 1mm の間隔をもって配置されたコロナ放電器に、 8KV の電圧を印加してコロナ放電を発生させて表面を帯電させた場合に、 0.3 秒後における表面電位の最大値が 300V より大きい粒子であることが好ましい。

また、本発明の第1発明の第2実施例に係る画像表示装置における粉流体としては、粉流体の最大浮遊時の見かけ体積が未浮遊時の2倍以上であることが好ましい。また、粉流体の見かけ体積の時間変化が、 $V_{10}/V_5 > 0.8$ であることが好ましい（なお、 V_5 は最大浮遊時から5分後の粉流体の見かけ体積（ cm^3 ）、 V_{10} は最大浮遊時から10分後の粉流体の見かけ体積（ cm^3 ）を示す）。さらに、粉流体の平均粒子径 $d(0.5)$ が $0.1 \sim 20 \mu\text{m}$ であることが好ましい。

次に、本発明の第2発明の第1実施例に係る画像表示装置は、透明な対向する2枚の基板の間に色および帯電特性の異なる2種類以上の粒子群を封入し、前記

は、このような気体の力も、液体の力も借りずに、自ら流動性を示す状態の物質を、特異的に作り出せることが判明し、これを粉流体と定義した。

すなわち、本発明における粉流体は、液晶（液体と固体の中間相）の定義と同様に、粒子と液体の両特性を兼ね備えた中間的な状態で、先に述べた粒子の特徴である重力の影響を極めて受け難く、高流動性を示す特異な状態を示す物質である。このような物質はエアロゾル状態、すなわち気体中に固体状もしくは液体状の物質が分散質として安定に浮遊する分散系で得ることができ、本発明の画像表示装置で固体状物質を分散質とするものである。

図面の簡単な説明

図1（a）～（c）は、それぞれ本発明の画像表示装置を構成する画像表示板の画像表示素子における一例の構成とその表示駆動原理を示す図である。

図2（a）～（c）は、それぞれ本発明の画像表示装置を構成する画像表示板の画像表示素子における他の例の構成を示す図である。

図3は、本発明の第1発明に係る画像表示装置を構成する画像表示板におけるチップの基板背面への実装の一例を説明するための図である。

図4は、本発明の第1発明に係る画像表示装置を構成する画像表示板におけるチップの基板背面への実装の他の例を説明するための図である。

図5は、図4に示す例において対向基板、対向電極、チップの関係を説明するための図である。

図6は、図4に示す例においてチップを対向基板に実装した状態を示す図である。

図7（a）、（b）は、それぞれ本発明の第2発明に係る画像表示装置における画像表示板の表示の一例を示す図である。

図8は、本発明の第2発明に係る画像表示装置における片面にカラー表示片面にモノクロ表示を行う画像表示板の一例の構成を示す図である。

図9は、本発明の第2発明に係る画像表示装置における両面にカラー表示を行

う画像表示板の一例の構成を示す図である。

図10は、本発明の第1発明及び第2発明の第1実施例に係る画像表示装置に用いる粒子の表面電位の測定要領を示す図である。

図11は、従来の画像表示装置を構成する画像表示板の一例を説明するための図である。

発明を実施するための最良の形態

まず、本発明の第1発明及び第2発明に共通する画像表示装置の構成について説明する。

図1(a)～(c)はそれぞれ本発明の画像表示装置を構成する画像表示板の画像表示素子における一例の構成とその表示駆動原理を示す図である。図1(a)～(c)に示す例において、1は透明基板、2は対向基板、3は表示電極、4は対向電極、5は負帯電性粒子、6は正帯電性粒子、7は隔壁、8は絶縁体である。

図1(a)に示す例では、対向する基板（透明基板1と対向基板2）の間に負帯電性粒子5及び正帯電性粒子6を配置した状態を示す。この状態のものに、表示電極3側が低電位、対向電極4側が高電位となるように電圧を印加すると、図1(b)に示すように、クーロン力によって、正帯電性粒子6は表示電極3側に飛翔移動し、負帯電性粒子5は対向電極4側に飛翔移動する。この場合、透明基板1側から見る表示面は正帯電性粒子6の色に見える。次に、電位を切り換えて、表示電極3側が高電位、対向電極4側が低電位となるように電圧を印加すると、図1(c)に示すように、クーロン力によって、負帯電性粒子5は表示電極3側に飛翔移動し、正帯電性粒子6は対向電極4側に飛翔移動する。この場合、透明基板1側から見る表示面は負帯電性粒子5の色に見える。

図1(b)と図1(c)の間は電源の電位を反転するだけで繰り返し表示することができ、このように電源の電位を反転することで可逆的に色を変化させることができる。粒子の色は、随意に選定できる。例えば、負帯電性粒子5を白色と

し、正帯電性粒子 6 を黒色とするか、負帯電性粒子 5 を黒色とし、正帯電性粒子 6 を白色とすると、表示は白色と黒色間の可逆表示となる。この方式では、各粒子は一度電極に鏡像力により貼り付いた状態にあるので、電源を切った後も表示画像は長期に保持され、メモリ保持性が良い。

本発明では、各帯電粒子は気体中を飛翔するため、画像表示の応答速度が速く、応答速度を 1 m s e c 以下にすることができる。また、液晶表示素子のように配向膜や偏光板等が不要で、構造が単純で、低コストかつ大面積が可能である。温度変化に対しても安定で、低温から高温まで使用可能である。さらに、視野角がなく、高反射率、反射型で明るいところでも見易く、低消費電力である。メモリ性もあり、画像保持する場合に電力を消費しない。

図 2 (a) ~ (c) はそれぞれ本発明の画像表示装置を構成する画像表示板の画像表示素子の他の例とその表示駆動原理を示す図である。

図 2 (a) は対向する基板（透明基板 1 と対向基板 2）の間に負帯電性粒子 5 及び正帯電性粒子 6 を配置した状態を示す。この状態のものに、表示電極 3 側が低電位、対向電極 4 側が高電位となるように電圧を印加すると、図 2 (b) に示すように、クーロン力によって、正帯電性粒子 6 は表示電極 3 側飛翔移動し、負帯電性粒子 5 は対向電極 4 側に飛翔移動する。この場合、透明基板 1 側から見る表示面は正帯電性粒子 6 の色に見える。次に、電位を切り換えて、表示電極 3 側が高電位、対向電極 4 側が低電位となるように電圧を印加すると、図 2 (c) に示すように、クーロン力によって、負帯電性粒子 5 は表示電極 3 側に飛翔移動し、正帯電性粒子 6 は対向電極 4 側に飛翔移動する。この場合、透明基板 1 側から見る表示面は負帯電性粒子 5 の色に見える。

図 2 に示す例では、図 1 (a) ~ (c) に示した例とは異なり、透明基板 1 に表示電極 3 を設けるとともに、対向基板 2 に対向電極 4 を設けている。図 2 に示す例では、表示電極 3 として透明な電極が必要である。これに対し、図 1 (a)、(b) に示す例では、表示電極 3 として不透明な電極を使用できるので、銅、

アルミニウム等の安価で、かつ抵抗の低い金属電極が使用できるので有利である。なお、図1(a)～(c)及び図2(a)～(c)に示す例では、負帯電性粒子5と正帯電性粒子6とを利用した第1発明及び第2発明のそれぞれ第1実施例に係る例を示したが、負帯電性粒子5を負帯電性粉流体とし、正帯電性粒子6を正帯電性粉流体とすることで、粉流体を利用した第1発明及び第2発明のそれぞれ第2実施例に係る例でも、全く同様である。

次に、本発明の第1発明及び第2発明に係る画像表示装置のそれぞれの特徴について順に説明する。なお、以下の例でも、粒子を例にとって説明しているが粉流体でも全く同様であることはいうまでもない。

上述した構成の本発明の画像表示装置のうち第1発明の最大の特徴は、画像表示板に駆動信号を送るチップを対向基板2内に設けること、すなわち、チップを対向基板2の表示電極3と対向電極4を設けた側と反対側の表面(図1の例)、あるいは、チップを対向基板2の対向電極4を設けた例と反対側の表面(図2の例)、に設ける点である。

図1(a)～(c)に示す構成の画像表示板では、図3に示すように、透明基板1と各画像表示素子毎に中心の表示電極3とそれを取り囲む対向電極4とを有する対向基板2とを準備し、対向基板2の表示電極3と対向電極4とを設けた側と反対側の表面に、画像表示板に駆動信号を送るチップ11を設ける。表示電極3と対向電極4とは、各画像表示素子毎にチップ11の設けられた面に形成した回路(ここでは図示せず)によってチップ11と接続されている。そして、透明基板1と対向基板2とを重ね合わせてパネル化して本発明の画像表示装置に用いる画像表示板を構成することで、従来は図11に示すように透明基板1と対向基板4のそれぞれの端部に必要であったTCPをなくすることができる。その結果、画像表示板の小型化、狭額縁化を達成することができる。

また、図2(a)～(c)に示す構成の画像表示板では、図4に示すように、複数の透明な表示電極3を設けるとともに、その端部にチップ11を搭載するた

めのTCP12を設けた透明基板1と、表示電極3とは直交するように複数の対向電極4を設けた対向基板2とを準備し、対向基板2の表示電極3と対向電極4とを設けた側と反対側の表面に、画像表示板に駆動信号を送るチップ11を設ける。対向電極4は、各画像表示素子毎にチップ11の設けられた面に形成した回路（ここでは図示せず）によってチップ11と接続されている。そして、表示電極3と対向電極4とが対向するように透明基板1と対向基板2とを重ね合わせてパネル化して本発明の画像表示装置に用いる画像表示板を構成することで、従来必要であった対向電極4のTCPをなくすることができる。その結果、図3に示す例には劣るが、従来例と比較すると、画像表示板の小型化、狭額縁化を達成することができる。

また、図5に図4に示す例における対向基板2、対向電極4、チップ11の関係を示すとともに、図6にチップ11を対向基板2に実装した状態を示す。なお、図5及び図6において、21は、各対向電極4とチップ11とを接続するための、対向基板2において対向電極4が設けられている側とは反対側の表面にプリント配線等の手段で形成した回路である。

上述した構成の本発明の画像表示装置のうち第2発明の最大の特徴は、上述した構成の画像表示板において、すでに透明な透明基板1、表示電極3だけでなく、対向基板2および対向電極4をも透明基板および透明電極で構成した点である。そして、負帯電性粒子5と正帯電性粒子6の色、および、画像表示板における画像表示素子の構成を変えることで、両面表示のバリエーションを実現している。以下、粒子の色および画像表示素子の構成を変えた例について説明する。

まず、画像の1画素を図1(a)～(c)に示す画像表示素子の1単位で構成し、例えば、負帯電性粒子5を白色、正帯電性粒子6を黒色とする例が考えられる。この場合は、表示電極3と対向電極4との電極対で発生する電界の向きおよび強さを制御することで、画像表示板の両面でモノクロ表示をさせることができる。本例では、図7(a)、(b)に示すように、同時に、画像表示板31の両

面の対応する箇所に黒色または白色で表示された図形等を表示することができる。

次に、画像の1画素を図1(a)～(c)に示す画像表示素子の例えば3単位(3の倍数であれば良い)で構成し、図8に示すように、各画像表示素子32の透明基板1または透明な対向基板2の外側にR、G、Bのカラーフィルタ33R、33G、33Bを設置し、例えば、負帯電性粒子5を白色、正帯電性粒子6を黒色とする例が考えられる。この場合は、各画像表示素子32において表示電極3と対向電極4との電極対で発生する電界の向きおよび強さを制御することで、画像表示板31のカラーフィルタ33R、33G、33Bを設置した面にカラー表示を、他の面にモノクロ表示をさせることができる。カラー表示において、黒色は、画像表示素子32のカラーフィルタ33R、33G、33Bを設けた側のすべての面に黒色の粒子が存在するよう制御して黒色を表示することで、白色は、画像表示素子32のカラーフィルタ33R、33G、33Bを設けた側のすべての面に白色の粒子が存在するよう制御してRGBを合成した白色を表示することで、カラーは、画像表示素子32のカラーフィルタ33R、33G、33Bを設けた側の白色粒子の量を各別に制御してRGBを合成したカラーを表示することで、それぞれ表示することができる。本例では、両面同時に対応する画像を表示することはできず、片面ずつ使用することとなる。

さらに、画像の1画素を図1(a)～(c)に示す画像表示素子の例えば3単位で構成し、図9に示すように、各画像表示素子32に、それぞれ互いに逆の特性に帯電した、黒色粒子34と赤色粒子35、黒色粒子34と緑色粒子36、黒色粒子34と青色粒子37を封入する例が考えられる。この場合は、各画像表示素子32において表示電極3と対向電極4との電極対で発生する電界の向きおよび強さを制御することで、画像表示板31の両面でカラー表示をさせることができる。カラー表示において、黒色は、画像表示素子32の表示させたい側のすべての面に黒色粒子34が存在するよう制御して黒色を表示することで、白色は、

画像表示素子 3 2 の表示させたい側のすべての面にそれぞれ赤色粒子 3 5、緑色粒子 3 6、青色粒子 3 7 が存在するよう制御して RGB を合成した白色を表示することで、カラーは、画像表示素子 3 2 の表示させたい側の赤色粒子 3 5、緑色粒子 3 6、青色粒子 3 7 の量を各別に制御して RGB を合成したカラーを表示することで、それぞれ行うことができる。本例でも、両面同時に対応する画像を表示することは考えず、片面ずつ使用するのが好適である。

以下、本発明の画像表示装置で用いる各部材の詳細について述べる。

第 1 発明においては、基板の少なくとも一方は装置外側から粒子の色が確認できる透明基板であり、可視光の透過率が高くかつ耐熱性の良い材料が好適である。一方、第 2 発明においては、基板は装置外側から粒子の色が確認できる透明基板であり、可視光の透過率が高くかつ耐熱性の良い材料が好適である。可撓性の有無は用途により適宜選択され、例えば、電子ペーパー等の用途には可撓性のある材料が好適であり、携帯電話、PDA、ノートパソコン類の携帯機器の表示装置等の用途には可撓性のない材料が好適である。

基板の材料を例示すると、ポリエチレンテレフタレート、ポリエーテルサルフォン、ポリエチレン、ポリカーボネート、ポリイミド、アクリル等のポリマーシートや、ガラス、石英等の無機シートが挙げられる。第 1 発明においては、対向基板は透明でも不透明でもかまわない。基板の厚みは、 $2 \sim 5000 \mu\text{m}$ が好ましく、特に $5 \sim 1000 \mu\text{m}$ が好適である。厚みが薄すぎると、強度、基板間の間隔均一性を保ちにくくなり、厚みが厚すぎると、表示機能としての鮮明さ、コントラストの低下が発生し、特に、電子ペーパー用途の場合にはフレキシビリティに欠ける。

また、図 1 (a) ~ (c) 及び図 2 (a) ~ (c) に示すように、隔壁 7 を各表示素子の四周に設けるのが好ましい。隔壁を平行する 2 方向に設けることもできる。これにより、基板平行方向の余分な粒子移動を阻止し、耐久繰り返し性、メモリ保持性を介助するとともに、基板間の間隔を均一にかつ補強し、画像表示

板の強度を上げることもできる。隔壁の形成方法としては、特に限定されないが、例えば、スクリーン版を用いて所定の位置にペーストを重ね塗りするスクリーン印刷法や、基板上に所望の厚さの隔壁材をベタ塗りし、隔壁として残したい部分のみレジストパターンを隔壁材上に被覆した後、プラスト材を噴射して隔壁部以外の隔壁材を切削除去するサンドプラスト法や、基板上に感光性樹脂を用いてレジストパターンを形成し、レジスト凹部へペーストを埋め込んだ後レジストを除去するリフトオフ法（アディティブ法）や、基板上に隔壁材料を含有した感光性樹脂組成物を塗布し、露光・現像により所望のパターンを得る感光性ペースト法や、基板上に隔壁材料を含有するペーストを塗布した後、凹凸を有する金型等を圧着・加圧成形して隔壁形成する鋳型成形法等、種々の方法が採用される。さらに、鋳型成形法を応用し、鋳型として感光性樹脂組成物により設けたレリーフパターンを使用する、レリーフ型押し法も採用される。

電極は、透明基板上に設ける表示電極の場合には、透明かつパターン形成可能である導電材料で形成される。第2発明では表示電極のみならず対向電極も透明である。このような導電材料としては、アルミニウム、銀、ニッケル、銅、金等の金属やITO、導電性酸化スズ、導電性酸化亜鉛等の透明導電金属酸化物をスパッタリング法、真空蒸着法、CVD法、塗布法等で薄膜状に形成したもの、あるいは、導電剤を溶媒あるいは合成樹脂バインダーに混合して塗布したものが用いられる。

導電剤としては、ベンジルトリメチルアンモニウムクロライド、テトラブチルアンモニウムパークロレート等のカチオン性高分子電解質、ポリスチレンスルホン酸塩、ポリアクリル酸塩等のアニオン性高分子電解質や導電性の酸化亜鉛、酸化スズ、酸化インジウム微粉末等が用いられる。なお、電極の厚みは、導電性が確保でき光透過性に支障がなければどのような厚さでも良いが、3～1000nm、好ましくは5～400nmが好適である。対向基板上には、上記表示電極と同様に透明電極材料を使用することもできるが、第1発明では、アルミニウム、

銀、ニッケル、銅、金等の非透明電極材料も使用できる。

各電極には、帯電した粒子の電荷が逃げないように絶縁性のコート層を形成することが好ましい。コート層は、負帯電性粒子に対しては正帯電性の樹脂を、正帯電性粒子に対しては負帯電性の樹脂を用いると、粒子の電荷が逃げ難いので特に好ましい。

次に、本発明の画像表示装置の第1発明及び第2発明のそれぞれの第1実施例で利用する粒子について説明する。

粒子は負帯電性または正帯電性の着色粒子で、クーロン力により飛翔移動するものであればいずれでも良いが、特に、球形で比重の小さい粒子が好適である。粒子の平均粒子径は0.1～50 μm が好ましく、特に1～30 μm が好ましい。粒子径がこの範囲より小さいと、粒子の電荷密度が大きすぎて電極や基板への鏡像力が強すぎ、メモリ性はよいが、電界を反転した場合の追従性が悪くなる。反対に粒子径がこの範囲より大きいと、追従性は良いが、メモリ性が悪くなる。

粒子を負又は正に帯電させる方法は、特に限定されないが、コロナ放電法、電極注入法、摩擦法等の粒子を帯電させる方法が用いられる。粒子の帯電量は当然その測定条件に依存するが、画像表示装置における粒子の帯電量はほぼ、初期帯電量、基板との接触、種類の異なる粒子との接触、経過時間に伴う電荷減衰に依存し、特に「種類の異なる粒子との接触」、すなわち2粒子間の接触に伴う帯電挙動の飽和値が支配因子となっているということが分かっている。したがって、帯電量においてはこの2粒子間の帯電特性の差、すなわち仕事関数の差を知ることが重要であるが、これは簡易測定では難しい。

本発明者らは鋭意検討の結果、ブローオフ法において同じキャリアを用いて、それぞれの粒子の帯電量測定を行うことにより相対的に評価できることを見出し、これを表面電荷密度によって規定することにより、画像表示装置として適当な粒子の帯電量を予測できることを見出した。

測定方法について詳しくは後に述べるが、ブローオフ法によって、粒子とキャ

リヤとを十分に接触させ、その飽和帯電量を測定することにより該粒子の単位重量あたりの帯電量を測定することができる。そして、該粒子の粒子径と比重を別途求めることにより該粒子の表面電荷密度を算出することができる。

画像表示装置においては、用いる粒子の粒子径は小さく、重力の影響はほぼ無視できるほど小さいため、粒子の比重は粒子の動きに対して影響しない。しかし、粒子の帯電量においては、同じ粒子径の粒子で単位重量あたりの平均帯電量と同じであっても、粒子の比重が2倍異なる場合に保持する帯電量は2倍異なることとなる。従って、画像表示装置に用いられる粒子の帯電特性は粒子の比重に無関係な表面電荷密度（単位： $\mu\text{C}/\text{m}^2$ ）で評価するのが好ましいことが分かった。

そして、粒子間においてこの表面電荷密度の差が十分にある時、2種類の粒子はお互いの接触により異なる極性の帯電量を保持し、電界により移動する機能を保持するのである。

ここで、表面電荷密度は2粒子の帯電極性を異なるものにするためにある程度の差が必要であるが、大きいほどよいというものではない。粒子移動による画像表示装置においては粒子の粒子径が大きいときは主に電気影像力が粒子の飛翔電界(電圧)を決定する因子となる傾向が強いため、この粒子を低い電界(電圧)で動かすためには帯電量が低いほうがよいこととなる。また、粒子の粒子径が小さいときは分子間力・液架橋力等の非電氣的な力が飛翔電界(電圧)決定因子となることが多いため、この粒子を低い電界(電圧)で動かすためには帯電量が高いほうがよいこととなる。しかし、これは粒子の表面性(材料・形状)にも大きく依存するため一概に粒子径と帯電量で規定することはできない。

本発明者らは平均粒子径が0.1～50 μm の粒子においては、同じ種類のキャリアを用いてブローオフ法により測定した2種類の粒子の、表面電荷密度の差の絶対値が5～150 $\mu\text{C}/\text{m}^2$ である場合に画像表示装置として使用できる粒子と成り得ることを見出した。

ブローオフ法測定原理及び方法は以下の通りである。ブローオフ法においては

、両端に網を張った円筒容器中に粉体とキャリアの混合体を入れ、一端から高压ガスを吹き込んで粉体とキャリアとを分離し、網の目開きから粉体のみをブローオフ(吹き飛ばし)する。この時、粉体が容器外に持ち去った帯電量と等量で逆の帯電量がキャリアに残る。そして、この電荷による電束の全てはファラデーケージで集められ、この分だけコンデンサーは充電される。そこでコンデンサー両端の電位を測定することにより粉体の電荷量 Q は、 $Q=CV$ (C :コンデンサー容量、 V :コンデンサー両端の電圧) として求められる。

ブローオフ粉体帯電量測定装置としては東芝ケミカル社製の TB-200 を用いた。本発明ではキャリアとしてパウダーテック社製の F963-2535 を用いた。これらから粒子帯電量を測定し、別途求めた粒子径及び粒子比重から粒子の表面電荷密度を算出した。

なお、粒子径は以下に述べる方法により、また、比重は、株式会社島津製作所製比重計(商品名:マルチボリウム密度計 H 1305)を用いて測定した。

粒子径については具体的には、Mastersizer2000(Malvern Instruments Ltd.)測定機を用いて、窒素気流中に粒子を投入し、付属の解析ソフト(Mie 理論を用いた体積基準分布を基に、粒子径分布、粒子径を算出するソフト)を用いて測定し、粒子の50%がこれより大きく、50%がこれより小さいという粒子径を μm で表した数値を平均粒子径 $d(0.5)$ (μm) とした。

粒子はその帯電電荷を保持する必要があるので、体積固有抵抗が $1 \times 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上の絶縁性粒子が好ましく、特に $1 \times 10^{12} \Omega \cdot \text{cm}$ 以上の絶縁性粒子が好ましい。

また、以下に述べる方法で評価した電荷減衰の遅い粒子がさらに好ましい。

すなわち、粒子を、別途、プレス、加熱溶融、キャスト等により、厚み5~100 μm のフィルム状にする。そして、そのフィルム表面と1mmの間隔をもって配置されたコロナ放電器に、8KVの電圧を印加してコロナ放電を発生させて表面を帯電させ、その表面電位の変化を測定し判定する。この場合、0.3秒後

における表面電位の最大値が300Vより大きく、好ましくは400Vより大きくなるように、粒子構成材料を選択、作製することが肝要である。

なお、上記表面電位の測定は、例えば図10に示した装置（QEA社製CRT2000）により行うことができる。この装置の場合は、前述したフィルムを表面に配置したロールのシャフト両端部をチャック41にて保持し、小型のスコロトロン放電器42と表面電位計43とを所定間隔離して併設した計測ユニットを上記フィルムの表面と1mmの間隔を持って対向配置し、上記フィルムを静止した状態のまま、上記計測ユニットをフィルムの一端から他端まで一定速度で移動させることにより、表面電荷を与えつつその表面電位を測定する方法が好適に採用される。なお、測定環境は温度 $25 \pm 3^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $55 \pm 5\text{RH}\%$ とする。

粒子は、帯電性能等が満たされれば、いずれの材料から構成されても良い。例えば、樹脂、荷電制御剤、着色剤、無機添加剤等から、あるいは、着色剤単独等で形成することができる。

樹脂の例としては、ウレタン樹脂、ウレア樹脂、アクリル樹脂、ポリエステル樹脂、アクリルウレタン樹脂、アクリルウレタンシリコーン樹脂、アクリルウレタンフッ素樹脂、アクリルフッ素樹脂、シリコーン樹脂、アクリルシリコーン樹脂、エポキシ樹脂、ポリスチレン樹脂、スチレンアクリル樹脂、ポリオレフィン樹脂、ブチラール樹脂、塩化ビニリデン樹脂、メラミン樹脂、フェノール樹脂、フッ素樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリスルホン樹脂、ポリエーテル樹脂、ポリアミド樹脂等が挙げられ、2種以上混合することもできる。特に、基板との付着力を制御する観点から、アクリルウレタン樹脂、アクリルシリコーン樹脂、アクリルフッ素樹脂、アクリルウレタンシリコーン樹脂、アクリルウレタンフッ素樹脂、フッ素樹脂、シリコーン樹脂が好適である。

荷電制御剤としては、特に制限はないが、負荷電制御剤としては例えば、サリチル酸金属錯体、含金属アゾ染料、含金属（金属イオンや金属原子を含む）の油性染料、4級アンモニウム塩系化合物、カリックスアレン化合物、含ホウ素化

合物（ベンジル酸ホウ素錯体）、ニトロイミダゾール誘導体等が挙げられる。正荷電制御剤としては例えば、ニグロシン染料、トリフェニルメタン系化合物、4級アンモニウム塩系化合物、ポリアミン樹脂、イミダゾール誘導体等が挙げられる。その他、超微粒子シリカ、超微粒子酸化チタン、超微粒子アルミナ等の金属酸化物、ピリジン等の含窒素環状化合物及びその誘導体や塩、各種有機顔料、フッ素、塩素、窒素等を含んだ樹脂等も荷電制御剤として用いることもできる。

着色剤としては、以下に例示するような、有機または無機の各種、各色の顔料、染料が使用可能である。

黒色顔料としては、カーボンブラック、酸化銅、二酸化マンガン、アニリンブラック、活性炭等がある。黄色顔料としては、黄鉛、亜鉛黄、カドミウムイエロー、黄色酸化鉄、ミネラルファーストイエロー、ニッケルチタンイエロー、ネーブルイエロー、ナフトールイエローS、ハンザイエローG、ハンザイエロー10G、ベンジジンイエローG、ベンジジンイエローGR、キノリンイエローレーキ、パーマネントイエローNCG、タートラジンレーキ等がある。橙色顔料としては、赤色黄鉛、モリブデンオレンジ、パーマネントオレンジGTR、ピラゾロンオレンジ、バルカンオレンジ、インダスレンブリリアントオレンジRK、ベンジジンオレンジG、インダスレンブリリアントオレンジGK等がある。赤色顔料としては、ベンガラ、カドミウムレッド、鉛丹、硫化水銀、カドミウム、パーマネントレッド4R、リソールレッド、ピラゾロンレッド、ウォッチングレッド、カルシウム塩、レーキレッドD、ブリリアントカーミン6B、エオシンレーキ、ローダミンレーキB、アリザリンレーキ、ブリリアントカーミン3B等がある。

紫色顔料としては、マンガン紫、ファーストバイオレットB、メチルバイオレットレーキ等がある。青色顔料としては、紺青、コバルトブルー、アルカリブルーレーキ、ピクトリアブルーレーキ、フタロシアニンブルー、無金属フタロシアニンブルー、フタロシアニンブルー部分塩素化物、ファーストスカイブルー、インダスレンブルーBC等がある。緑色顔料としては、クロムグリーン、酸化クロ

ム、ピグメントグリーンB、マラカイトグリーンレーキ、ファイナルイエローグリーンG等がある。白色顔料としては、亜鉛華、酸化チタン、アンチモン白、硫化亜鉛等がある。

体質顔料としては、パライト粉、炭酸バリウム、クレー、シリカ、ホホワイトカーボン、タルク、アルミナホホワイト等がある。また、塩基性、酸性、分散、直接染料等の各種染料として、ニグロシン、メチレンブルー、ローズベンガル、キノリンイエロー、ウルトラマリンプールー等がある。これらの着色剤は、単独或いは複数組み合わせて用いることができる。特に黒色着色剤としてカーボンブラックが、白色着色剤として酸化チタンが好ましい。

粒子の製造方法については特に限定されないが、例えば、電子写真のトナーを製造する場合に準じた粉砕法および重合法が使用出来る。また、無機または有機顔料の粉体の表面に樹脂や荷電制御剤等をコートする方法も用いられる。

透明基板と対向基板の間隔は、粒子が飛翔移動でき、コントラストを維持できれば良いが、通常10～5000 μ m、好ましくは30～500 μ mに調整される。粒子充填量は、基板間の空間体積に対して、10～80%、好ましくは10～70%を占める体積になるように充填するのが良い。

本発明の画像表示装置に用いる表示板においては、上記の表示素子を複数使用してマトリックス状に配置して表示を行う。白黒の場合は、1つの表示素子が1つの画素となる。白黒以外の任意の色表示をする場合は、粒子の色の組み合わせを適宜行えばよい。フルカラーの場合は、3種の表示素子、すなわち、各々R（赤色）、G（緑色）及びB（青色）の色の粒子を持ちかつ各々黒色の粒子を持つ表示素子を1組とし、それらを複数組配置して表示板とするのが好ましい。

次に、本発明の画像表示装置の第1発明及び第2発明のそれぞれの第2実施例で利用する粉流体について説明する。

粉流体とは、先に述べたように、気体の力も液体の力も借りずに、自ら流動性を示す、流体と粒子の特性を兼ね備えた両者の中間状態の物質である。この粉流

体は、特にエアロゾル状態とすることができ、本発明の画像表示装置では、気体中に固体状の物質が分散質として比較的安定に浮遊する状態で用いられる。

エアロゾル状態の範囲は、粉流体の最大浮遊時の見かけ体積が未浮遊時の2倍以上であることが好ましく、更に好ましくは2.5倍以上、特に好ましくは3倍以上である。上限は特に限定されないが、1.2倍以下であることが好ましい。

粉流体の最大浮遊時の見かけ体積が未浮遊時の2倍より小さいと表示上の制御が難しくなり、また、1.2倍より大きいと粉流体を装置内に封入する際に舞い過ぎてしまうなどの取扱い上の不便が生じる。なお、最大浮遊時の見かけ体積は次のようにして測定される。すなわち、粉流体が透過して見える密閉容器に粉流体を入れ、容器自体を振動或いは落下させて、最大浮遊状態を作り、その時の見かけ体積を容器外側から測定する。具体的には、直径（内径）6 cm、高さ10 cmのポリプロピレン製で蓋付きの容器（商品名「アイボーイ」アズワン（株）製）に、未浮遊時の粉流体として1/5の体積相当の粉流体を入れ、振とう機に容器をセットし、6 cmの距離を3往復/secで3時間振とうさせる。振とう停止直後の見かけ体積を最大浮遊時の見かけ体積とする。

また、本発明の画像表示装置は、粉流体の見かけ体積の時間変化が次式を満たすものが好ましい。

$$V_{10}/V_5 > 0.8$$

ここで、 V_5 は最大浮遊時から5分後の見かけ体積（ cm^3 ）、 V_{10} は最大浮遊時から10分後の見かけ体積（ cm^3 ）を示す。なお、本発明の画像表示装置は、粉流体の見かけ体積の時間変化 V_{10}/V_5 が0.85よりも大きいものが好ましく、0.9よりも大きいものが特に好ましい。 V_{10}/V_5 が0.8以下の場合、通常のいわゆる粒子を用いた場合と同様となり、本発明のような高速応答、耐久性の効果が確保できなくなる。

また、粉流体を構成する粒子物質の平均粒子径（ $d(0.5)$ ）は、好ましくは0.1–20 μm 、更に好ましくは0.5–15 μm 、特に好ましくは0.9

— 8 μm である。0.1 μm より小さいと表示上の制御が難しくなり、20 μm より大きいと、表示はできるものの隠蔽率が下がり装置の薄型化が困難となる。なお、粉流体を構成する粒子物質の平均粒子径 ($d(0.5)$) は、次の粒子径分布 Span における $d(0.5)$ と同様である。

粉流体を構成する粒子物質は、下記式に示される粒子径分布 Span が5未満であることが好ましく、更に好ましくは3未満である。

$$\text{粒子径分布 Span} = (d(0.9) - d(0.1)) / d(0.5)$$

ここで、 $d(0.5)$ は粉流体を構成する粒子物質の50%がこれより大きく、50%がこれより小さいという粒子径を μm で表した数値、 $d(0.1)$ はこれ以下の粉流体を構成する粒子物質の比率が10%である粒子径を μm で表した数値、 $d(0.9)$ はこれ以下の粉流体を構成する粒子物質が90%である粒子径を μm で表した数値である。粉流体を構成する粒子物質の粒子径分布 Span を5以下とすることにより、サイズが揃い、均一な粉流体移動が可能となる。

なお、以上の粒子径分布及び粒子径は、レーザー回折／散乱法などから求めることができる。測定対象となる粉流体にレーザー光を照射すると空間的に回折／散乱光の光強度分布パターンが生じ、この光強度パターンは粒子径と対応関係があることから、粒子径及び粒子径分布が測定できる。この粒子径及び粒子径分布は、体積基準分布から得られる。具体的には、Mastersizer2000 (Malvern Instruments Ltd.)測定機を用いて、窒素気流中に粉流体を投入し、付属の解析ソフト (Mie 理論を用いた体積基準分布を基本としたソフト) にて、測定を行うことができる。

粉流体の作製は、必要な樹脂、荷電制御剤、着色剤、その他添加剤を混練り粉碎しても、モノマーから重合しても、既存の粒子を樹脂、荷電制御剤、着色剤、その他添加剤でコーティングしても良い。以下、粉流体を構成する樹脂、荷電制御剤、着色剤、その他添加剤を例示する。

樹脂の例としては、ウレタン樹脂、アクリル樹脂、ポリエステル樹脂、ウレタ

ン変性アクリル樹脂、シリコーン樹脂、ナイロン樹脂、エポキシ樹脂、スチレン樹脂、ブチラール樹脂、塩化ビニリデン樹脂、メラミン樹脂、フェノール樹脂、フッ素樹脂などが挙げられ、2種以上混合することもでき、特に、基板との付着力を制御する上から、アクリルウレタン樹脂、アクリルウレタンシリコーン樹脂、アクリルウレタンフッ素樹脂、ウレタン樹脂、フッ素樹脂が好適である。

荷電制御剤の例としては、正電荷付与の場合には、4級アンモニウム塩系化合物、ニグロシン染料、トリフェニルメタン系化合物、イミダゾール誘導体などが挙げられ、負電荷付与の場合には、含金属アゾ染料、サリチル酸金属錯体、ニトロイミダゾール誘導体などが挙げられる。

着色剤の例としては、塩基性、酸性などの染料が挙げられ、ニグロシン、メチレンブルー、キノリンイエロー、ローズベンガルなどが例示される。

無機系添加剤の例としては、酸化チタン、亜鉛華、硫化亜鉛、酸化アンチモン、炭酸カルシウム、鉛白、タルク、シリカ、ケイ酸カルシウム、アルミナホワイト、カドミウムイエロー、カドミウムレッド、カドミウムオレンジ、チタンイエロー、紺青、群青、コバルトブルー、コバルトグリーン、コバルトバイオレット、酸化鉄、カーボンブラック、銅粉、アルミニウム粉などが挙げられる。

しかしながら、このような材料を工夫無く混練り、コーティングなどを施しても、エアロゾル状態を示す粉流体を作製することはできない。エアロゾル状態を示す粉流体の決まった製法は定かではないが、例示すると次のようになる。

まず、粉流体を構成する粒子物質の表面に、平均粒子径が20-100 nm、好ましくは20-80 nmの無機微粒子を固着させることが適当である。更に、その無機微粒子がシリコーンオイルで処理されていることが適当である。ここで、無機微粒子としては、二酸化珪素（シリカ）、酸化亜鉛、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム、酸化セリウム、酸化鉄、酸化銅等が挙げられる。この無機微粒子を固着させる方法が重要であり、例えば、ハイブリダイザー（奈良機械製作所（株）製）やメカノフュージョン（ホソカワミクロン（株）製）などを用いて

、ある限定された条件下（例えば処理時間）で、エアロゾル状態を示す粉流体を作製することができる。

ここで繰り返し耐久性を更に向上させるためには、粉流体を構成する樹脂の安定性、特に、吸水率と溶剤不溶率を管理することが効果的である。基板間に封入する粉流体を構成する樹脂の吸水率は、3重量%以下、特に2重量%以下とすることが好ましい。なお、吸水率の測定は、ASTM-D570に準じて行い、測定条件は23℃で24時間とする。粉流体を構成する樹脂の溶剤不溶率に関しては、下記関係式で表される粉流体の溶剤不溶率を50%以上、特に70%以上とすることが好ましい。

$$\text{溶剤不溶率 (\%)} = (B/A) \times 100$$

（但し、Aは樹脂の溶剤浸漬前重量、Bは良溶媒中に樹脂を25℃で24時間浸漬した後の重量を示す）

この溶剤不溶率が50%未満では、長期保存時に粉流体を構成する粒子物質表面にブリードが発生し、粉流体との付着力に影響を及ぼし粉流体の移動の妨げとなり、画像表示耐久性に支障をきたす場合がある。なお、溶剤不溶率を測定する際の溶剤（良溶媒）としては、フッ素樹脂ではメチルエチルケトン等、ポリアミド樹脂ではメタノール等、アクリルウレタン樹脂では、メチルエチルケトン、トルエン等、メラミン樹脂ではアセトン、イソプロパノール等、シリコーン樹脂ではトルエン等が好ましい。

また、粉流体の充填量については、粉流体の占有体積が、対向する2枚の基板間の空隙部分の5-85%、好ましくは5-65%、更に好ましくは10-55%になるように調整することが好ましい。粉流体がエアロゾル状態を示すために、表示装置内への封入は通常の方法では困難であり、静電塗装機を用いて、強制的に基板に粉流体を付着させることが、取扱いの上で、好適である。この場合は、片方の基板にのみ、あるいは、両方の基板に付着させて合わせるのいずれかの方法でも良い。

更に、本発明においては基板間の粉流体を取り巻く空隙部分の気体の管理が重要であり、表示安定性向上に寄与する。具体的には、空隙部分の気体の湿度について、25℃における相対湿度を60%RH以下、好ましくは50%RH以下、更に好ましくは35%RH以下とすることが重要である。以上の空隙部分とは、図1(a)～(c)及び図2(a)～(c)において、透明基板1、対向基板2に挟まれる部分から、粉流体5、6の専有部分、隔壁7の占有部分、装置シール部分を除いた、いわゆる粉流体が接する気体部分を指すものとする。

空隙部分の気体は、先に述べた湿度領域であれば、その種類は問わないが、乾燥空気、乾燥窒素、乾燥アルゴン、乾燥ヘリウム、乾燥二酸化炭素、乾燥メタンなどが好適である。この気体は、その湿度が保持されるように装置に封入することが必要であり、例えば、粉流体の充填、基板の組み立てなどを所定湿度環境下にて行い、更に、外からの湿度侵入を防ぐシール材、シール方法を施すことが肝要である。

なお、本発明の画像表示装置は、ノートパソコン、PDA、携帯電話などのモバイル機器の表示部、電子ブック、電子新聞などの電子ペーパー、看板、ポスター、黒板などの提示板、電卓、家電製品、自動車用品等の表示部、ポイントカードなどのカード表示部、電子広告、電子POPなどに用いられる。

特に、本発明の第2発明に係る画像表示装置は画像表示板の両面に画像を表示できるため、折りたたみ式の携帯電話において、携帯電話を畳んだ状態における表示板と携帯電話を開いた状態における表示板を1つの画像表示板で構成することができ、携帯電話のさらなる薄型化が可能となる。

産業上の利用可能性

以上の説明から明らかなように、本発明の第1発明に係る画像表示装置によれば、バックライトを利用しない構造のため、基板内に画像表示板に駆動信号を送るためのチップを設けることができるので、従来の画像表示板の画像表示部分からはみ出して設ける必要のあったTCPをなくすことができ、画像表示板の小型

化、狭額縁化を達成することができる。

また、本発明の第2発明に係る画像表示装置によれば、すべての基板及び電極を透明基板及び透明電極から構成しているため、表面のみならず裏面にも画像を表示することができる。これにより、超薄型の画面表示板が実現し、またそれぞれの面に異なる機能（例えば片側モノクロ、片側カラーなど）を付与することも可能となり、画像表示装置の高機能化を実現することができる。

請 求 の 範 囲

1. 少なくとも一方が透明な対向する2枚の基板の間に色および帯電特性の異なる2種類以上の粒子群を封入し、前記基板の一方または双方に設けた電極からなる電極対から前記粒子群に電界を与えて、前記粒子を移動させて画像を表示する画像表示板を具備する画像表示装置であって、画像表示板に駆動信号を送るためのチップを基板内に設けることを特徴とする画像表示装置。
2. 少なくとも一方が透明な対向する2枚の基板間に、気体中に固体状物質が分散質として安定に浮遊するエアロゾル状態で高流動性を示す粉流体を封入し、前記基板の一方または双方に設けた電極からなる電極対から前記粉流体に電界を与えて、前記粉流体を移動させて画像を表示する画像表示板を具備する画像表示装置であって、画像表示用の駆動信号を送るためのチップを基板内に設けることを特徴とする画像表示装置。
3. 少なくとも一方が透明な対向する2枚の基板の間に色および帯電特性の異なる2種類以上の粒子群を封入し、前記基板の双方に設けた電極からなる電極対から前記粒子群に電界を与えて、前記粒子を移動させて画像を表示する画像表示板を具備する画像表示装置であって、前記2枚の基板を透明基板から構成するとともに、前記電極対を透明電極から構成することを特徴とする画像表示装置。
4. 粒子の色を白色及び黒色とし、画像表示板の両面にモノクロ表示を行う請求項3記載の画像表示装置。
5. 粒子の色を白色及び黒色とし、一方の基板上にカラーフィルタを配置することで、画像表示板の一方の面にモノクロ表示を行うとともに他方のカラーフィルタを配置した面にカラー表示を行う請求項3記載の画像表示装置。
6. 画像の1画素を構成する3つの画像表示素子の粒子の色を、それぞれ、黒色と赤色、黒色と緑色、黒色と青色とし、画像表示板の両面にカラー表示を行う請求項3記載の画像表示装置。

7. 少なくとも一方が透明な対向する2枚の基板間に、気体中に固体状物質が分散質として安定に浮遊するエアロゾル状態で高流動性を示す粉流体を封入し、前記基板の双方に設けた電極からなる電極対から前記粉流体に電界を与えて、前記粉流体を移動させて画像を表示する画像表示板を具備する画像表示装置であって、前記2枚の基板を透明基板から構成するとともに、前記電極対を透明電極から構成することを特徴とする画像表示装置。
8. 粉流体の色を白色及び黒色とし、画像表示板の両面にモノクロ表示を行う請求項7記載の画像表示装置。
9. 粉流体の色を白色及び黒色とし、一方の基板上にカラーフィルタを配置することで、画像表示板の一方の面にモノクロ表示を行うとともに他方のカラーフィルタを配置した面にカラー表示を行う請求項7記載の画像表示装置。
10. 画像の1画素を構成する3つの画像表示素子の粉流体の色を、それぞれ、黒色と赤色、黒色と緑色、黒色と青色とし、画像表示板の両面にカラー表示を行う請求項7記載の画像表示装置。
11. 粒子の平均粒子径が $0.1 \sim 50 \mu\text{m}$ である請求項1及び3～6のいずれか1項に記載の画像表示装置。
12. キャリヤを用いてブローオフ法により測定した粒子の表面電荷密度が、絶対値で $5 \sim 150 \mu\text{C}/\text{m}^2$ である請求項1、3～6及び11のいずれか1項に記載の画像表示装置。
13. 粒子が、その表面と1mmの間隔をもって配置されたコロナ放電器に、8KVの電圧を印加してコロナ放電を発生させて表面を帯電させた場合に、0.3秒後における表面電位の最大値が300Vより大きい粒子である請求項1、3～6、11及び12のいずれか1項に記載の画像表示装置。
14. 粉流体の最大浮遊時の見かけ体積が未浮遊時の2倍以上である請求項2及び7～10のいずれか1項に記載の画像表示装置。
15. 粉流体の見かけ体積の時間変化が次式を満たすものである請求項2、7

～10及び14のいずれか1項に記載の画像表示装置。

$$V_{10}/V_5 > 0.8$$

なお、 V_5 は最大浮遊時から5分後の粉流体の見かけ体積 (cm^3)、 V_{10} は最大浮遊時から10分後の粉流体の見かけ体積 (cm^3) を示す。

16. 粉流体を構成する粒子物質の平均粒子径 d (0.5) が $0.1 \sim 20 \mu\text{m}$ である請求項2、7～10及び14、15のいずれか1項に記載の画像表示装置。

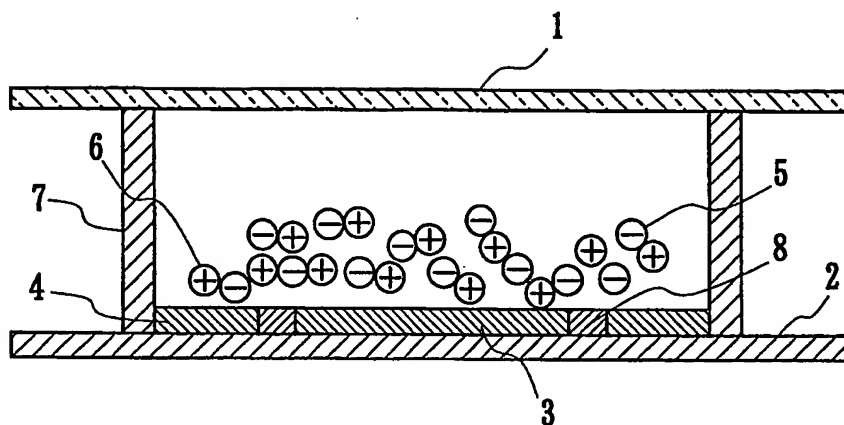
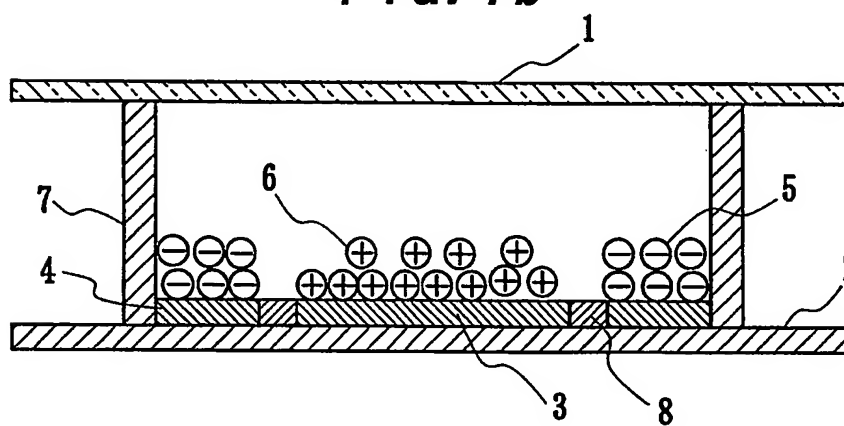
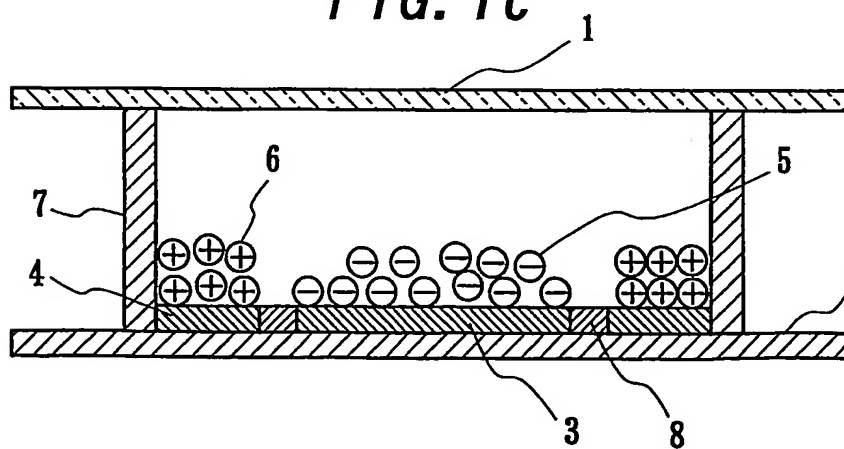
FIG. 1a**FIG. 1b****FIG. 1c**

FIG. 2a

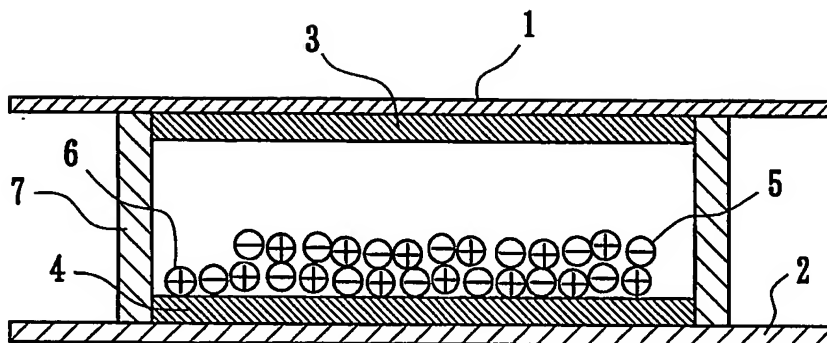


FIG. 2b

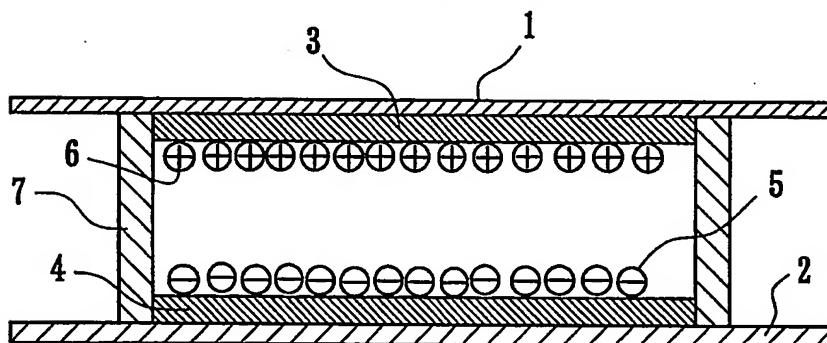


FIG. 2c

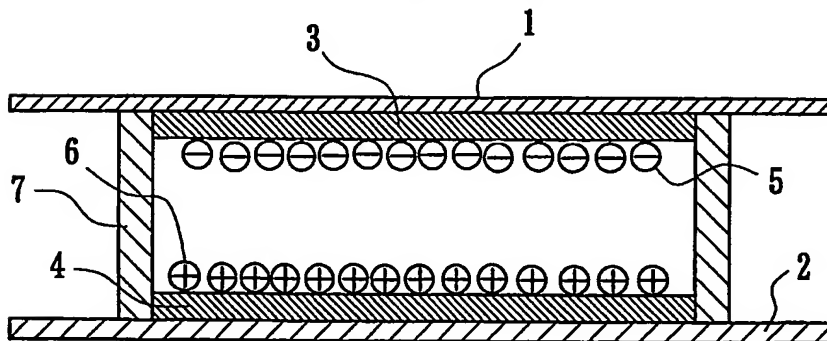


FIG. 3

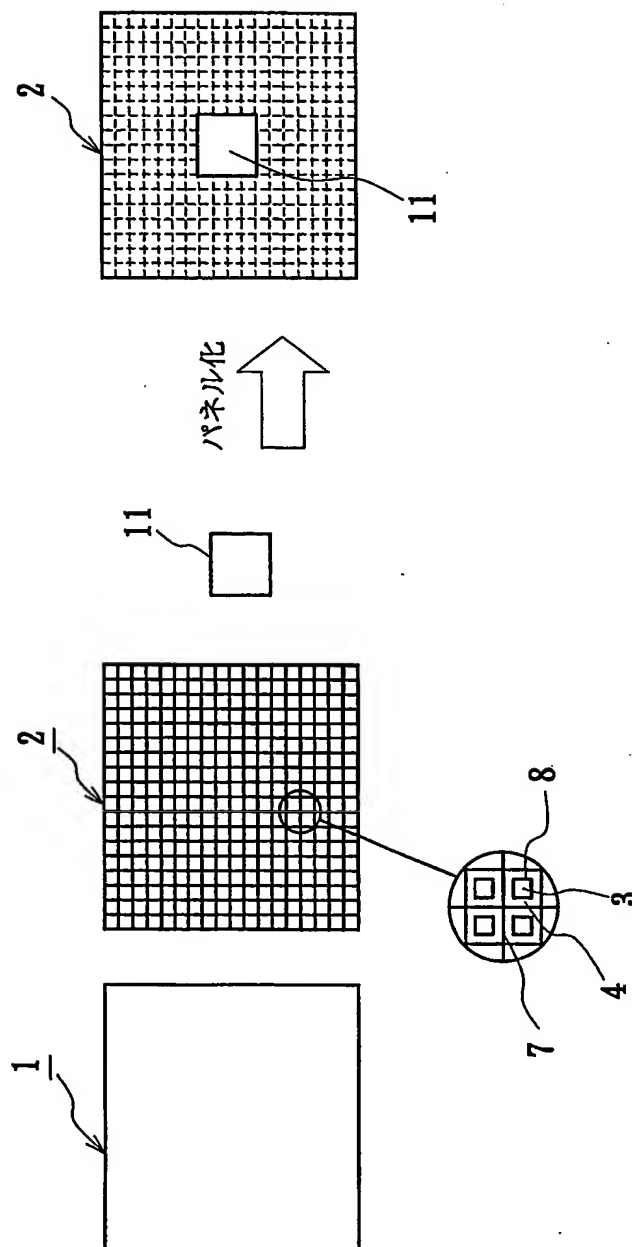


FIG. 4

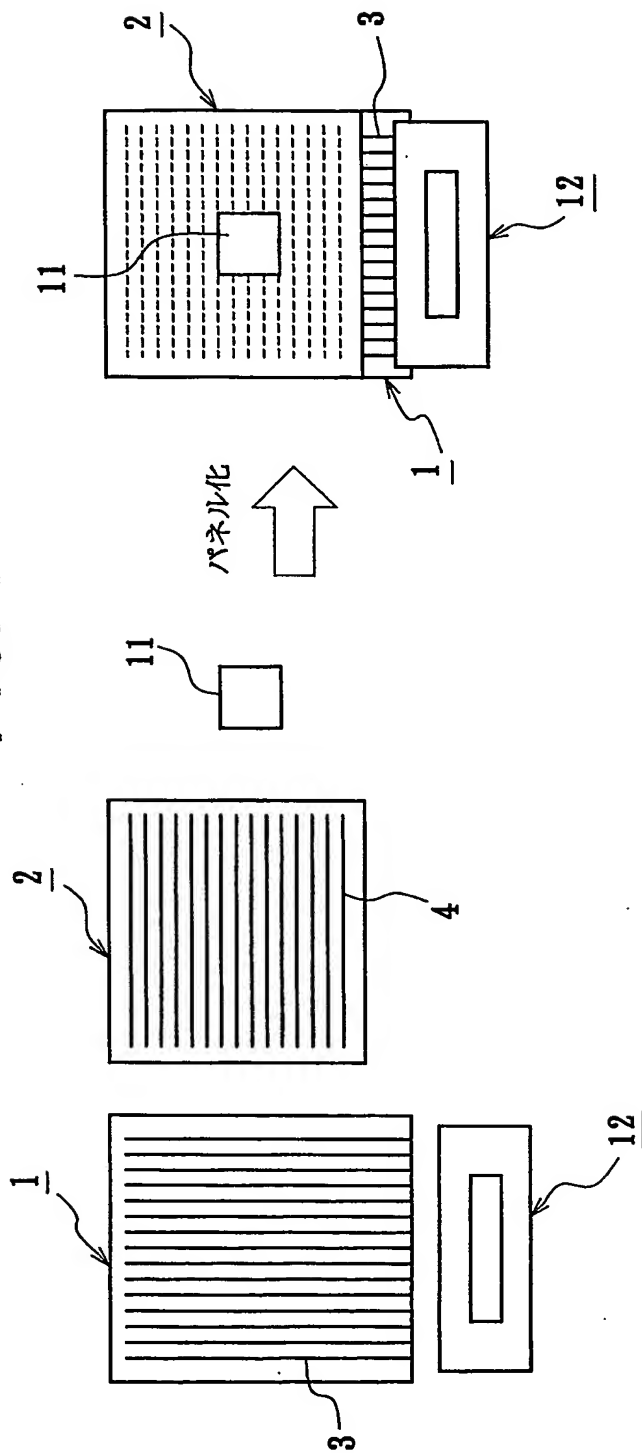


FIG. 5

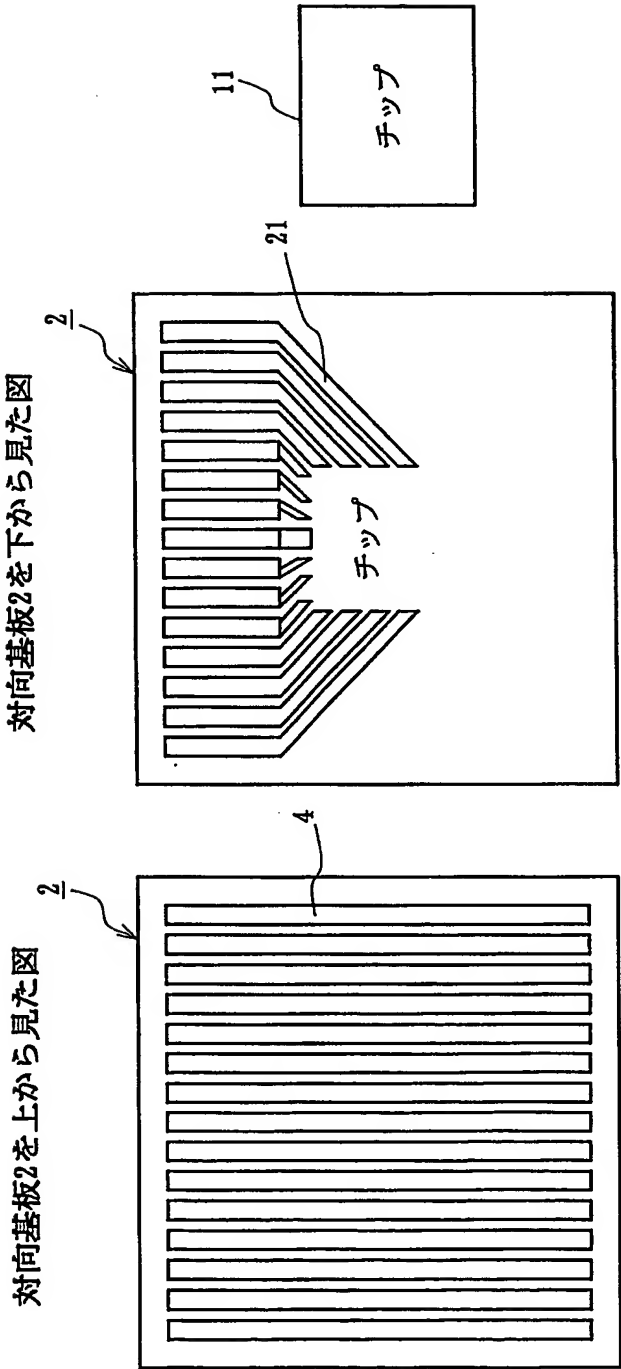


FIG. 6

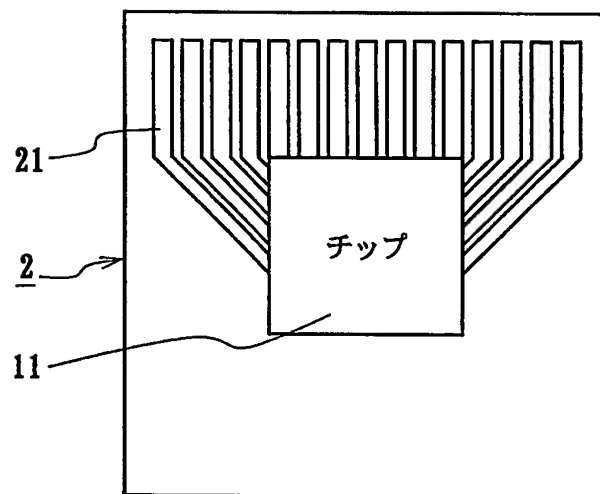


FIG. 7

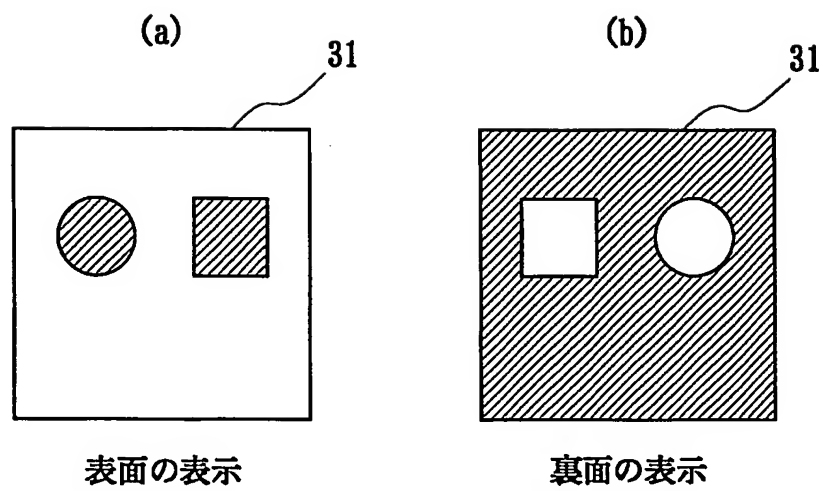


FIG. 8

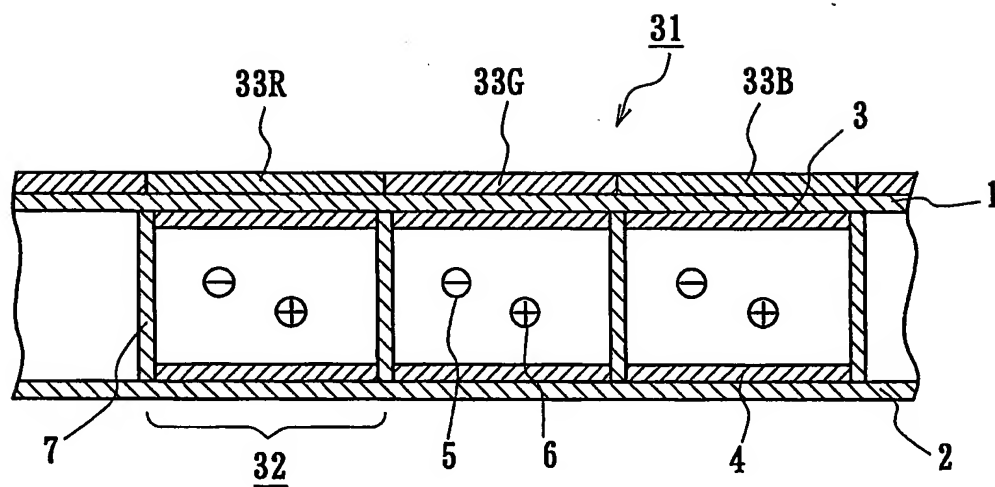


FIG. 9

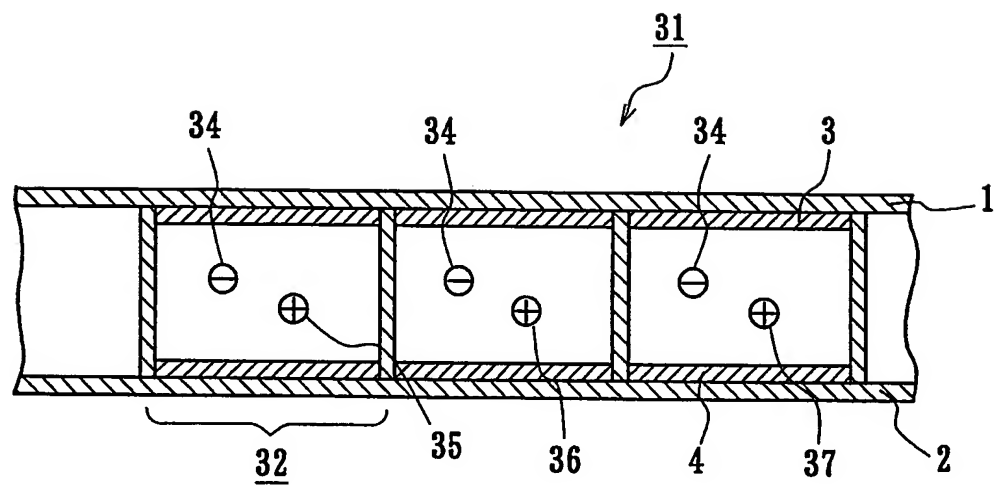
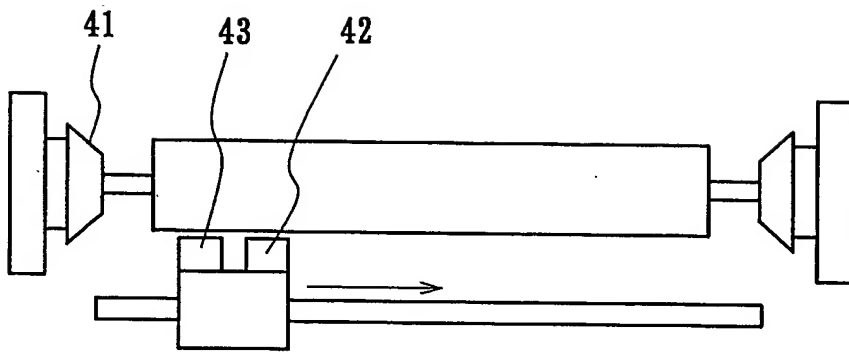
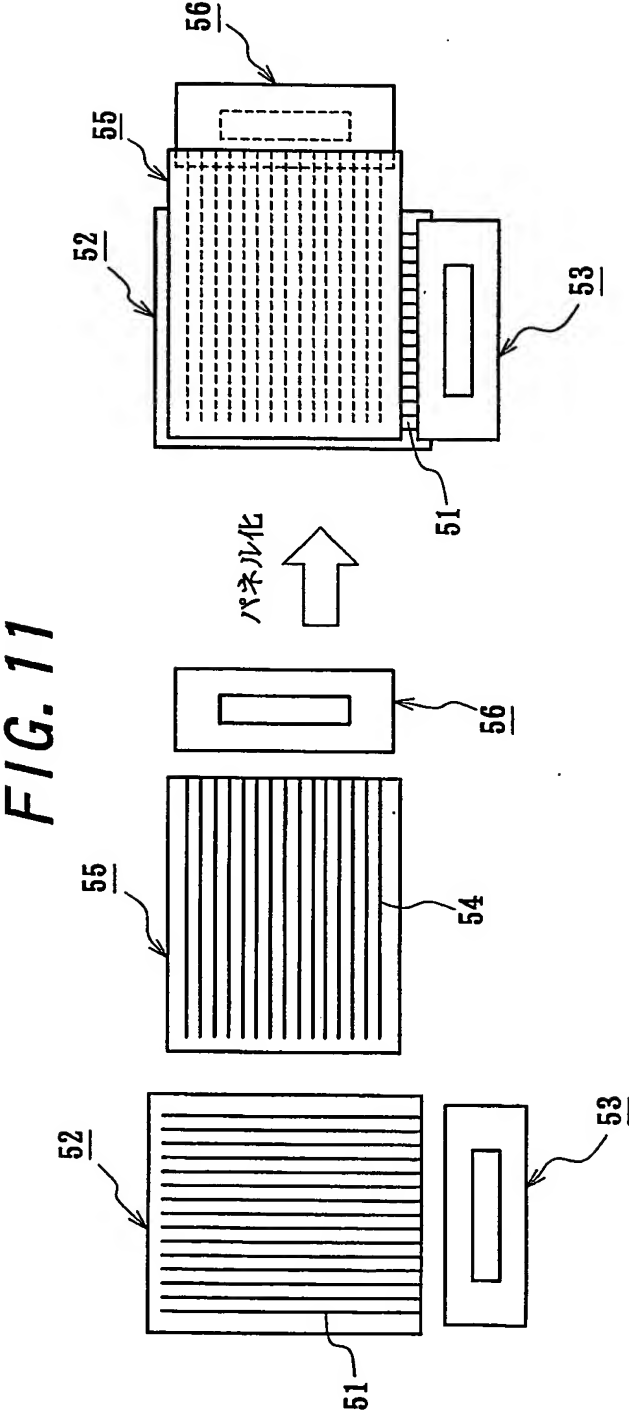


FIG. 10





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/08647

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G02F1/17, G02F1/167, G09F9/00, G09F9/37

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G02F1/17, G02F1/167, G09F9/00, G09F9/37

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
JSTPlus (JOIS)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 6407763 B1 (FUJI XEROX Co., Ltd.), 18 June, 2002 (18.06.02), Column 4, lines 27 to 36, 42 to 57; column 5, lines 22 to 42 & JP 2001-312225 A	1, 2, 11-16
Y	WO 00/36465 A1 (E INK CORP.), 22 June, 2000 (22.06.00), Full text; all drawings & JP 2002-532756 A & AU 1940000 A & CA 2353608 A & DE 69905292 A & EP 1149325 B1	1, 2, 11-16

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not

considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing

date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is

cited to establish the publication date of another citation or other

special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other

means

"P" document published prior to the international filing date but later

than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or

priority date and not in conflict with the application but cited to

understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be

considered novel or cannot be considered to involve an inventive

step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be

considered to involve an inventive step when the document is

combined with one or more other such documents, such

combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

02 October, 2003 (02.10.03)

Date of mailing of the international search report

21 October, 2003 (21.10.03)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/08647

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Kokurai Cho et al., "Denkaichu ni okeru Ryushi Ido o Riyo Shita Hanshagata Denshi Display (I) -Hyoji Genri to Hyoji Tokusei-", The Journal of Imaging Society of Japan, Vol.39, No.4, 10 December, 2000 (10.12.00), pages 20 to 25, particularly, page 24, Fig. 9	15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/08647

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The technical feature common to claims 1, 2, 11-16 is that a chip is arranged in a substrate. The technical feature common to claims 3-10 is that the two substrates are made of transparent substrates and the electrode pair is made of transparent electrodes.

There exists no other common feature which can be considered as a special technical feature within the meaning of PCT Rule 13.2, second sentence.

Accordingly, it is obvious that claims 1, 2, 11-16 and claims 3-10 do not satisfy the requirement of unity of invention.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: 1, 2, 11-16

Remark on Protest ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G02F1/17, G02F1/167, G09F9/00, G09F9/37

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G02F1/17, G02F1/167, G09F9/00, G09F9/37

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公案 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2003年

日本国登録実用新案公報 1994-2003年

日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

JSTPuls (JOIS)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	US 6407763 B1 (FUJI XEROX Co., Ltd.) 2002.06.18, 第4欄第27-36, 42-57行, 第5欄第22-42行 &JP 2001-312225 A	1, 2, 11-16
Y	WO 00/36465 A1 (E INK CORPORATION) 2000.06.22, 全文, 全図 &JP 2002-532756 A &AU 1940000 A &CA 2353608 A &DE 69905292 A &EP 1149325 B1	1, 2, 11-16

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

02.10.03

国際調査報告の発送日

21.10.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

三橋 健二

2X 9412

電話番号 03-3581-1101 内線 3293

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	趙 国来, 他, 電界中における粒子移動を利用した反射型電子ディスプレイ(I)ー表示原理と表示特性ー, 日本画像学会誌, 第39巻, 第4号, 2000. 12. 10, pp. 20-25特にpp. 24, Fig. 9	15

第I欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項(PCT17条(2)(a))の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第II欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求の範囲1、2、11-16に共通の事項は、チップを基板内に設けることである。請求の範囲3-10に共通な事項は、2枚の基板を透明基板から構成するとともに、電極対を透明電極から構成することである。

そして、PCT規則13.2の第2文の意味において特別な技術的特徴と考えられる他の共通な事項は存在しない。

よって、請求の範囲1、2、11-16と、請求の範囲3-10は、発明の単一性の要件を満たしていないことが明らかである。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

請求の範囲1、2、11-16

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.